

令和7年度入学者選抜試験問題

理学部 理学科
医学部 医学科
工学部 化学・バイオ工学科
農学部 食料生命環境学科

理 科

(生 物)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから19ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 5 **理学部受験者は、第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。**
医学部受験者は、第1問、第2問の2問を解答してください。
工学部受験者は、第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。
農学部受験者は、第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。
- 6 字数制限のある設問では、指示がない限り**句読点や英数字も1字につき解答欄1マスを使い**解答してください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

問題訂正

生物 2 ページ 15 行目

問 4. 選択肢オ)

誤 オ) 筋肉

正 オ) 骨格筋

第1問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～8に答えよ。

A ヒトの心臓は血液を循環させ、全身の器官に必要な血液を供給するためのポンプの役割をもつ。心臓の拍動を担う心筋細胞には細胞小器官の あ が多く含まれており、拍動に用いられるATPが絶えず産生されている。心筋細胞で利用されるATPは主に呼吸によって合成される。呼吸によるATP合成過程は3つの反応過程に分けられる。そのうち、 あ のマトリックスで進行する反応経路を い , 内膜で進行する反応経路を電子伝達系とよぶ。電子伝達系においてATPが合成される反応を う とよび、呼吸によって合成されるATPの多くはこの反応によって合成される。

心臓は、右心房にあるペースメーカーで周期的に発生する活動電位が心房と心室に伝わることで拍動する。活動電位が発生する周期は自律神経系によって制御されており、①副交感神経の興奮は心拍数（心臓が一定の時間内に拍動する回数）を減少させ、交感神経の興奮は心拍数を増加させる。

また、交感神経の興奮は大部分の組織や器官で血管を収縮させるが、激しく活動する組織や器官では②代謝物が蓄積し、血管は蓄積した代謝物に反応して拡張する。

問1 あ ～ う に入る適切な用語を、解答欄 あ) ～ う) にそれぞれ記せ。

問2 下線部①に関して、ヒトの副交感神経が興奮した場合に生じる応答としてもっとも適切なものを、以下の ア) ～ エ) から1つ選び、記号で答えよ。

- ア) 瞳孔^{どうこう}（ひとみ）の拡大 イ) 立毛筋の収縮 ウ) 気管支の収縮
エ) 胃のぜん動の抑制

問3 下線部②に関連して、骨格筋が激しく活動すると、乳酸を最終産物とした反応過程によりATPが合成されるようになる。この反応過程の名称を解答欄 i) に記せ。また、激しく活動している骨格筋において、呼吸ではなくこの反応過程によりATPが合成される理由を解答欄 ii) に記せ。

B ヒトの血液の循環は肺循環と体循環に分けられる。体循環では、心臓から大動脈に送り出された血液が動脈を通して全身の組織や器官（系）に送られ、静脈を通して心臓に戻る。動脈と静脈をつなぐ毛細血管では、血液と組織の間で物質の交換が行われる。

ヒトの心臓から送り出される血液の量は、運動（活動）時では安静時に比べて増加する。血液がそれぞれの組織や器官（系）にどのような割合で供給されるかも、運動によって変化する。例えば、あるヒト（ヒト W とする）において、1 分間に心臓から大動脈に供給される血液の量は、運動時は安静時の 5 倍に増加する。また、1 分間にそれぞれの組織や器官（系）に供給される血液の量の割合は、表 1 のようになる。なお、表 1 において、血液の量の割合は、安静時、または運動時のそれぞれにおいて、心臓から大動脈に 1 分間に送り出される量を 100% として示している。

表 1 それぞれの組織や器官（系）に供給される血液の量の割合

	脳	心臓	消化管	腎臓	骨格筋	その他
安静時	15%	5%	27%	20%	20%	13%
運動時	3%	5%	3%	3%	85%	1%

心臓の値は、毛細血管を通して心臓の組織に供給された血液の量の割合とする。

問 4 B の文から、ヒト W において、1 分間に供給された血液の量が、安静時と比べて運動時に減少する組織や器官（系）はどれか。また、安静時と運動時で変わらない組織や器官（系）はどれか。以下のア) ～ オ) から適切なものをすべて選び、減少する組織や器官（系）を解答欄 i) に、変わらない組織や器官（系）を解答欄 ii) に、それぞれ記号で答えよ。なお、該当する組織や器官（系）がない場合は カ) を選択すること。

ア) 脳 イ) 心臓 ウ) 消化管 エ) 腎臓 オ) 筋肉
カ) 該当なし

問 5 A と B の文だけから、供給される血液の量が安静時と比べて運動時に増加する組織や器官（系）では、どのようなしくみで血液の量が増加すると考えられるか。以下の用語をすべて用いて 175 字以内で記せ。

用語： 交感神経 収縮 心拍数 代謝物

C 体細胞分裂では、母細胞の DNA が複製され、娘細胞に分配される。さかんに分裂している細胞では細胞周期がくり返される。細胞周期は、間期と分裂期 (M 期) に分けられ、間期はさらに G₁ 期と S 期、G₂ 期に分けられる。個々の細胞に含まれる DNA の総量 (DNA 量) は、細胞周期の進行に伴って変化する。細胞周期と DNA 量の変化との関係調べるために、実験 1 ～ 4 を行った。

実験 1 真核細胞である細胞 H は培養液の中で培養すると体細胞分裂をくり返す。さかんに分裂している細胞 H を一定の数、培養液の中で培養し、培養開始から 12 時間、36 時間、および 60 時間後に細胞数を計測したところ、図 1 の結果を得た。なお、図 1 において、細胞数は培養開始から 12 時間後の値を 1 とした相対値で示している。

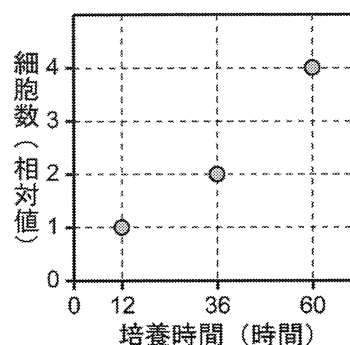


図 1 培養時間と細胞数の関係

実験 2 細胞 H を実験 1 と同様に培養し、さかんに分裂している細胞 H を回収した。回収した細胞 H を、細胞周期を直ちに停止させる試薬で処理し、DNA に結合する色素で染色した。染色された細胞において、特定の波長の光を照射したときに色素から発せられる蛍光の強さは DNA 量に比例した。個々の細胞 H から発せられた蛍光の強さを測定して DNA 量の相対値を算出し、図 2 の結果を得た。DNA 量の相対値にもとづいて、図 2 の ア ～ ウ のそれぞれの範囲に含まれる細胞の割合を調べたところ、表 2 のようになった。

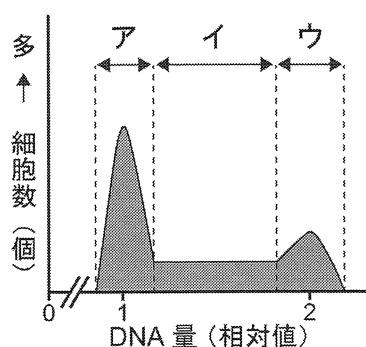


表 2 各範囲の DNA 量をもつ細胞の割合

範囲	細胞の割合
ア	44%
イ	30%
ウ	26%

図 2 個々の細胞 H に含まれる DNA 量と細胞数の関係

問 6 G_1 期, G_2 期, および M 期の細胞は, 図 2 の ア ～ ウ のどの範囲に含まれるか。ア ～ ウ からそれぞれ 1 つずつ選び, G_1 期が含まれる範囲を解答欄 i) に, G_2 期が含まれる範囲を解答欄 ii) に, M 期が含まれる範囲を解答欄 iii) に記号で答えよ。ただし, 同じ記号をくり返し用いてもよい。

実験 3 化合物 P は ㉓DNA ポリメラーゼの機能を抑制することで, 細胞周期の M 期, G_1 期, S 期, G_2 期のいずれかの時期から次の時期に移行する時点で細胞周期を停止させる化合物である。細胞 H を実験 1 と同様に培養し, さかんに分裂している細胞 H の培養液に化合物 P を加えて, さらに 24 時間培養した。その後, 実験 2 と同様の方法で個々の細胞 H に含まれる DNA 量を測定したところ, 図 3 の結果を得た。

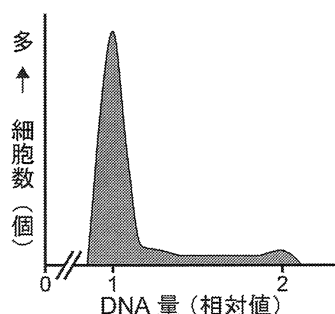


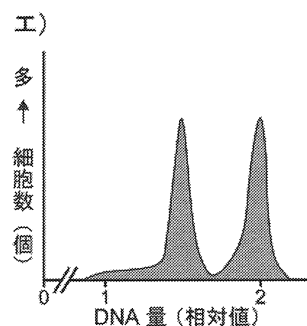
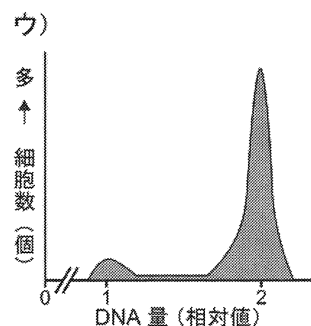
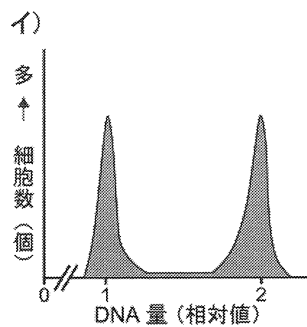
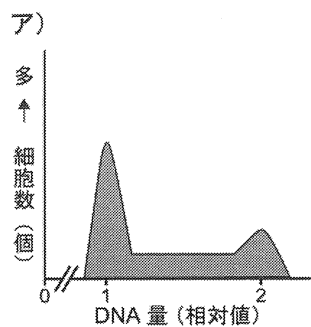
図 3 化合物 P を加えて 24 時間培養した個々の細胞 H に含まれる DNA 量と細胞数の関係

実験 4 実験 3 と同様に, さかんに分裂している細胞 H の培養液に化合物 P を加えて 24 時間培養した。その後, 化合物 P を除去して培養を再開して 10 時間培養し, 実験 2 と同様の方法で個々の細胞 H に含まれる DNA 量を測定した。

問 7 下線部㉓に関連して, 以下の文は DNA の複製に関する記述である。文中の え と お に入る適切な用語を, 解答欄 え) と お) にそれぞれ記せ。

え は, リーディング鎖と異なり, お とよばれる短い DNA 断片が連結されることによって合成される。

問 8 実験 1 ～ 3 の結果から、実験 4 において予想される結果としてもっとも適切なものを、以下の
 ア) ～ エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、化合物 P は、除去によって細胞 H の内部から完全
 に除かれるものとし、培養を再開後、細胞 H の G_1 期と G_2 期、S 期、M 期のそれぞれにかかる時
 間は、化合物 P を加える前と同様であるものとする。また、個々のタイミングで細胞分裂をくり返す
 細胞の集団では、細胞周期のそれぞれの時期にある細胞の割合が、それぞれの時期に要する時間に比
 例するものとする。



第2問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～8に答えよ。

A 人類は猿人から原人、旧人、新人へと進化した。旧人は死者の埋葬を行うなど、ある程度の文化をもっていたと考えられているが、数万年前に絶滅した。現生の人類は20万～30万年前に出現した新人で、ヒト1種で構成されている。

ヒトは哺乳類^{ほにゅうるい}に属し、両目が頭部の前面にあり、広範囲の立体視ができるという特徴をもつ霊長類に分類される。霊長類のなかで最もヒトに近縁なグループである あ に属するゴリラやチンパンジーは、ヒトと同様に認識できる色の範囲が広いが、顎^{あご}の骨の突起（おとがい）がない点でヒトと異なる。①大後頭孔^{だいこうとうこう}の位置もゴリラやチンパンジーはヒトと異なるが、ヒトではその位置が直立二足歩行することと関連している。また、ヒトでは進化の過程で、以上のような特徴の獲得と並行して大脳が発達したと考えられている。

問1 ヒトの学名を記せ。

問2 あ に入る適切な用語を記せ。

問3 霊長類で発達した親指の形態の特徴は、枝などをしっかりと握ることに役立つが、その特徴とは何か、記せ。

問4 ヒトの頭骨をヒトが直立したときと同じ向きにしたとき、下線部①は下側の中央部に開いているが、このことは直立二足歩行においてどのように役立っていると考えられるか、以下の用語をすべて用いて50字以内で記せ。

用語： 頭 背骨

B ヒトの脳は部位によって異なる役割を担う。②大脳は言語や記憶・思考などの情報処理を行う中枢であり、小脳は随意運動ずいいうんどうを調節し、体の平衡へいこうを保つ中枢である。また、は眼球の運動（反射）などを制御する中枢である。間脳にある視床下部は自律神経系を制御する中枢であるとともに、内分泌系を制御し、ホルモンの分泌量を調節する。ホルモンの分泌量の適切な調節は、③体外（外部）環境の変化に対して体内（内部）環境を一定の範囲に保とうとする性質の維持に重要である。

問 5 下線部②に関して、大脳においてニューロンの細胞体が集まっている部分を何とよぶか、記せ。

問 6 に入るもっとも適切な用語を記せ。

問 7 下線部③を何とよぶか、記せ。

C ラットの卵巢では、卵を含む卵胞の成熟と排卵(卵胞からの卵の放出)が一定の周期でくり返される。これに関連して雌ラットには発情休止期と発情前期、発情期、発情後期からなる性周期があり、排卵は発情期に起こる。ホルモンKは卵巢で分泌されるホルモンの1つであり、卵巢で分泌されるホルモンKの量は発情前期に多くなる。

ラットでは、ホルモンKの分泌量は大動脈の血液中のホルモンK濃度から推定されてきたが、最近、ホルモンKが器官Jでも分泌されていることがわかった。器官Jで分泌されたホルモンKは、器官Jを含むいくつかの器官から肝臓につながる静脈である肝門脈に入ると肝臓で使われるとともに代謝され、肝臓から外部に運ばれることはほとんどない。器官Jで分泌されるホルモンKの量について調べるために、実験1を行った。

実験1 十分なエサと水を与えて飼育した雌ラットにおいて、性周期の発情休止期と、発情前期、発情期に大動脈から血液を採取し、また、器官Jから送り出された血液を肝門脈から採取した。それぞれの血液のホルモンK濃度を測定し、図1の結果を得た。なお、グラフ中のホルモンK濃度は発情期に大動脈から採取した血液中のホルモンK濃度を1とした相対値で示している。

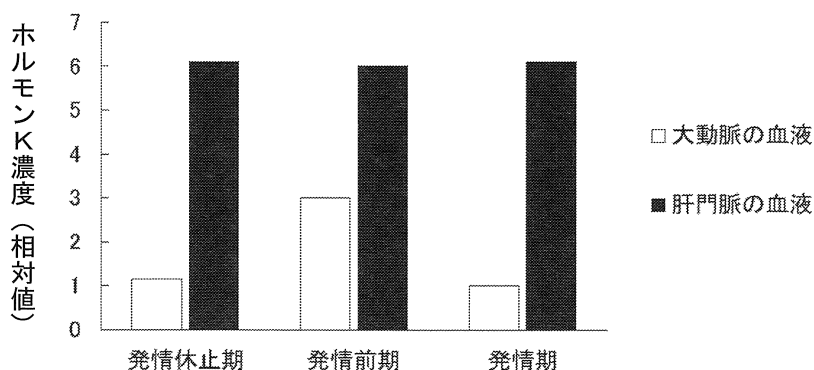


図1 性周期の各時期における血液中のホルモンK濃度

問8 Cの文と実験1だけから、器官Jで分泌されるホルモンKの量は性周期の時期によって変化すると考えられるか、または変化しないと考えられるか、解答欄i)に記せ。また、そのように考えた理由を解答欄ii)に200字以内で記せ。ただし、ホルモンKは卵巢と器官Jだけで分泌されるものとする。また、性周期のどの時期においても、大動脈の血液と、器官Jから肝門脈に送り出された血液とを比較すると、一定量の血液に含まれている「卵巢で分泌されたホルモンK」の量に差はないものとする。

第3問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～8に答えよ。

A 被子植物の多くは1つの花におしべ（雄ずい）とめしべ（雌ずい）を生じる。おしべでは花粉が、めしべでは胚のうが、①減数分裂を経て形成される。花粉はめしべの先端部の柱頭につくと発芽し、胚のうに向かって花粉管が伸びる。花粉管が胚のうに到達すると ②重複受精が起こる。

問1 下線部①について、減数分裂による細胞分裂として適切なものを、以下のア)～エ)からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) 雄原細胞から精細胞を生じる細胞分裂
- イ) 一次精母細胞から精細胞を生じる細胞分裂
- ウ) 受精卵から割球を生じる細胞分裂
- エ) 花粉母細胞から花粉四分子を生じる細胞分裂

問2 下線部②において起こることを、以下の用語を用いて75字以内で記せ。

用語： 胚のう

B メンデルはエンドウのさまざまな形質の遺伝に着目し、現代の遺伝学の基礎となる原理を発見した。メンデルが着目した形質のうち、草丈が短い（矮性^{わいせい}）形質は、茎が伸びなくなることによって生じる。この形質はジベレリンの合成に必要な遺伝子 A がはたらきを失ったことによって生じることが知られている。遺伝子 A の遺伝について調べるために、通常の草丈のエンドウ（通常型）と遺伝子 A がはたらきを失った変異体 a を用いて、実験 1 ～ 3 を行った。

実験 1 通常型の純系の葉と変異体 a の純系の葉のそれぞれから DNA を抽出し、遺伝子 A の一部の領域を PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法を用いて増幅した。通常型の DNA を鋳型として増幅した DNA 断片と、変異体 a の DNA を鋳型として増幅した DNA 断片は、ともに 1,200 塩基対であった。それぞれの DNA を鋳型として増幅した DNA 断片を制限酵素 H と反応させた。反応後の DNA 断片を電気泳動したところ、通常型の DNA を鋳型として増幅した DNA 断片は制限酵素 H で切断されなかったが、変異体 a の DNA を鋳型として増幅した DNA 断片はすべて切断され、1,000 塩基対の DNA 断片と 200 塩基対の DNA 断片が生じた。

実験 2 通常型の純系と変異体 a の純系を交配し、雑種 1 代目を得た。雑種 1 代目どうしを交配し、2 個体のエンドウ、エンドウ X とエンドウ Y を得た。エンドウ X とエンドウ Y を育てたところ、どちらも通常の草丈であった。エンドウ X とエンドウ Y のそれぞれの葉から DNA を抽出し、その後、エンドウ X とエンドウ Y を交配して、種子を得た。その種子を無作為に選んで発芽させ、育てたところ、通常の草丈のエンドウと矮性のエンドウが得られた。

実験 3 エンドウ X、またはエンドウ Y から抽出した DNA を鋳型として、実験 1 と同様に遺伝子 A の一部の領域を PCR 法を用いて増幅した。増幅した DNA 断片を制限酵素 H と反応させ、反応後の DNA 断片を電気泳動した。

問 3 実験 1 で増幅した DNA 断片の末端部の塩基配列が図 1 のとおりであったとき、PCR 法に用いたプライマーとして適切なものを、以下の ア) ～ ク) からすべて選び、記号で答えよ。なお、図 1 と ア) ～ ク) の「5」、および「3」は DNA 鎖の 5' 末端側、および 3' 末端側をそれぞれ示す。

5' GTCGTAAAGAATGGTTGAAGATGGTTGATG-----GCACGTTAACCACAAGCACCTGATTTC 3'
 3' CAGCATTTCTTACCAACTTCTACCAACTAC-----CGTGCAATTGGTGTTCGTGGGACTAAAG 5'

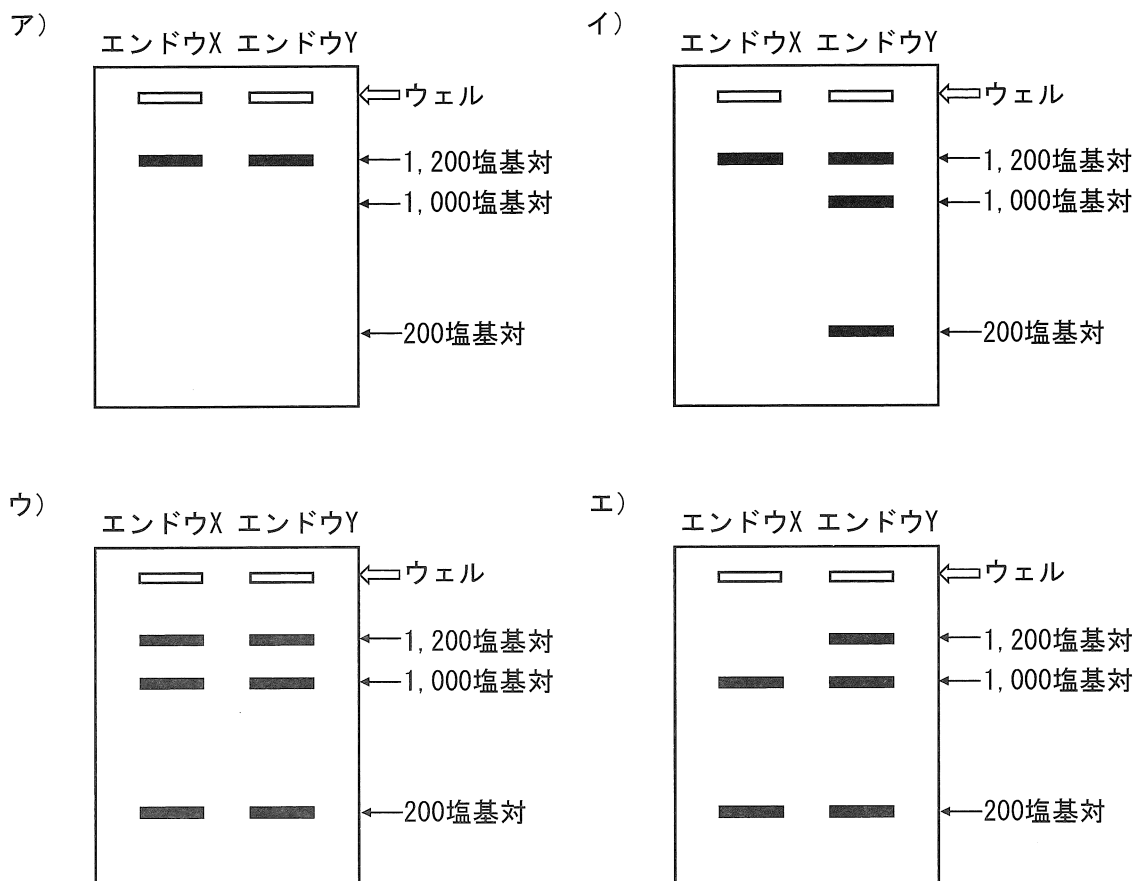
図 1 DNA 断片の末端部の塩基配列

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ア) 5' GTCGTAAAGAATGGTTGAAGATGGTTGATG 3' | イ) 5' GCACGTTAACCACAAGCACCTGATTTC 3' |
| ウ) 5' CAGCATTTCTTACCAACTTCTACCAACTAC 3' | エ) 5' CGTGCAATTGGTGTTCGTGGGACTAAAG 3' |
| オ) 5' CATCAACCATCTTCAACCATTCTTTACGAC 3' | カ) 5' GAAATCAGGGTGCTTGTGGTTAACGTGC 3' |
| キ) 5' GTAGTTGGTAGAAGTTGGTAAGAAATGCTG 3' | ク) 5' CTTTAGTCCCACGAACACCAATTGCACG 3' |

問 4 以下の文章は、DNA の電気泳動法によって長さの異なる DNA 断片を分離する方法を説明したものである。 あ ～ う に入る適切な語を、解答欄 あ) ～ う) にそれぞれ記せ。

DNA は水溶液中では あ に帯電するため、泳動槽にセットした寒天ゲルのウェルに DNA 断片を入れて電極間に電圧をかけると、DNA 断片は寒天ゲル中を泳動槽の い 極に向かって移動する。塩基対の総数が う DNA 断片ほどゆっくり移動するため、塩基対の総数が異なる DNA 断片が寒天ゲル中で分離される。

問 5 実験 1 と 2 の結果をもとに、実験 3 の結果を表す図としてもっとも適切なものを、以下の ア) ～ エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、制限酵素 H で切断できる塩基配列はすべて切断されたものとする。



問 6 ある生物において、遺伝子 R と遺伝子 r は対立遺伝子の関係にある。遺伝子 R から転写・翻訳を経て合成されたタンパク質 R と、遺伝子 r から転写・翻訳を経て合成されたタンパク質 r を比較したところ、タンパク質 R に含まれるアミノ酸の側鎖の 1 つが、タンパク質 r では別のアミノ酸の側鎖となっており、S-S 結合（ジスルフィド結合）が形成されなくなっていた。S-S 結合はどのアミノ酸の側鎖の間で形成される結合であるか、アミノ酸の名称を記せ。ただし、略号（記号）で解答しないこと。

C エンドウにおいて、ジベレリンの合成は図2に示すように、物質Pが物質Qに変換され、物質Qがジベレリンに変換されることで起こる。エンドウではジベレリンの合成に必要な遺伝子として、遺伝子Aのほか遺伝子Bも知られており、遺伝子Aが指定する酵素Aと遺伝子Bが指定する酵素Bは、図2で示す反応①、または反応②のうちのどちらかだけを触媒する。ジベレリンの合成のしくみと酵素Aおよび酵素Bのはたらきについて調べるために、通常型と変異体a、遺伝子Bがはたらきを失った変異体b、遺伝子Aと遺伝子Bがともにはたらきを失った変異体abを用いて、実験4～6を行った。

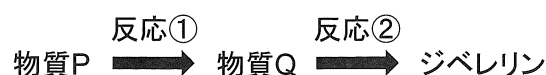


図2 物質Pからジベレリンが合成される経路

実験4 通常型と変異体a、変異体b、変異体abのそれぞれについて、物質Qとジベレリンのいずれかを植物体に噴霧しながら育てたところ、表1の結果を得た。ただし、噴霧したそれぞれの物質は植物体に十分取り込まれたものとする。

表1 実験4の結果

	通常型	変異体a	変異体b	変異体ab	
Qを噴霧した時	+	—	+	—	＋：茎が伸びた
ジベレリンを噴霧した時	+	+	+	+	—：矮性を示した

問7 Cの文と実験4の結果から、変異体aと変異体bの植物体全体に実験4と同様に物質Pを噴霧すると、それぞれの茎は伸びると考えられるか、または矮性を示すと考えられるか。そのように考えた理由とともに、75字以内で記せ。

実験 5 通常型, 変異体 a, 変異体 b, 変異体 ab のいずれかを台木とし, 変異体 b を穂木として図 3 に示すように接ぎ木を行って, 生育させた。その結果, 台木を変異体 b または変異体 ab とすると, 穂木は矮性を示した。一方, 通常型または変異体 a を台木とすると, 穂木の茎は伸びた。

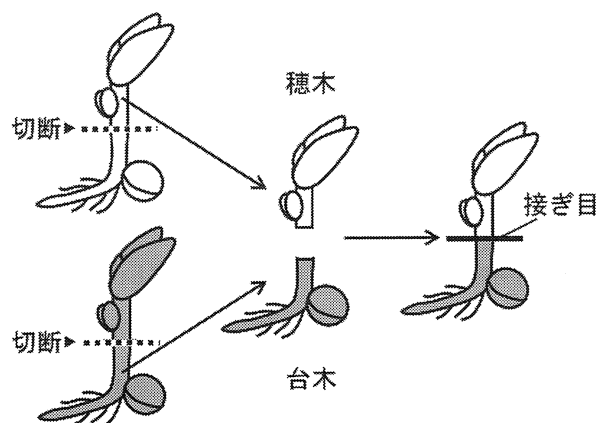


図 3 エンドウの接ぎ木の操作の流れ

実験 6 台木を通常型とし, 穂木を変異体 a として図 3 に示すように接ぎ木を行ったところ, 穂木は矮性を示した。一方, 台木を変異体 a, または変異体 b とし, 穂木を通常型として接ぎ木を行ったところ, 穂木の茎は伸びた。

問 8 C の文と実験 4 ～ 6 だけから考察されることとしてもっとも適切なものを, 以下の ア) ～ エ) から 1 つ選び, 解答欄に記せ。

- ア) 台木から輸送された物質 P が, 穂木で反応①と反応②によってジベレリンに変換されることで, 穂木の茎は伸びる。
- イ) 台木から輸送された物質 Q が, 穂木で反応②によってジベレリンへ変換されることで, 穂木の茎は伸びる。
- ウ) 台木から輸送されたジベレリンによってだけ, 穂木の茎は伸びる。
- エ) 穂木で物質 P, 物質 Q, ジベレリンが合成されるかどうかによらず, 台木でジベレリンが合成されただけでも, 穂木の茎は伸びる。

第4問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～7に答えよ。

A ウーズらは生物の系統を調べるために、さまざまな生物の ㉑ リボソームRNA遺伝子 の塩基配列を比較した。その結果、原核生物の中に塩基配列が大きく異なる2つの生物群が存在することに気づき、原核生物を と に分類することを提唱した。その後、 には細胞膜などにも と異なる点があることがわかった。さらに、 は よりも真核生物に近縁であることが示されている。

真核生物は五界説に従えば4つの大きな生物群に分類される。そのうち、主に多細胞生物で構成される生物群は植物と動物、 で、いずれにも大きさや形が多様な数多くの種が含まれている。これらの生物群に属する生物以外の真核生物は、単細胞生物や単純な構造をもつ多細胞生物であり、すべて ㉒ 原生生物 に分類されている。

問1 下線部①に関して、なぜこの遺伝子が生物の系統を調べるために用いられたのか、記せ。

問2 ～ に入る適切な用語を、解答欄 あ) ～ う) にそれぞれ記せ。

問3 下線部②に関して、原生生物に含まれる独立栄養生物と従属栄養生物の名称を、以下のア)～カ)からそれぞれ1つずつ選び、独立栄養生物については解答欄 i) に、従属栄養生物については解答欄 ii) に、それぞれ記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| ア) アカパンカビ | イ) ミドリムシ | ウ) センチュウ |
| エ) ゴウリムシ | オ) クモノスカビ | カ) 酵母 |

B 植物は、主に陸上に生育し、光合成を行う多細胞生物で構成される生物群である。植物には、コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物などが含まれる。シダ植物、裸子植物、被子植物の植物体には、水や養分などを通す組織である がある。裸子植物と被子植物は、有性生殖により種子が形成されるため、種子植物とよばれる。被子植物は裸子植物と異なり、胚珠を包む とよばれる構造をもつ。裸子植物の系統関係を調べるために、実験1を行った。

実験1 ソテツ、イチョウ、エゾマツ、クロマツ、アカマツ、ハイマツの系統関係を調べるために、データベースに登録されているそれぞれの種のタンパク質Zのアミノ酸配列を得た。被子植物のシロイヌナズナのものも含めて、タンパク質Zのアミノ酸配列を比較して、種間でアミノ酸が異なっている箇所を数えたところ、表1の結果を得た。

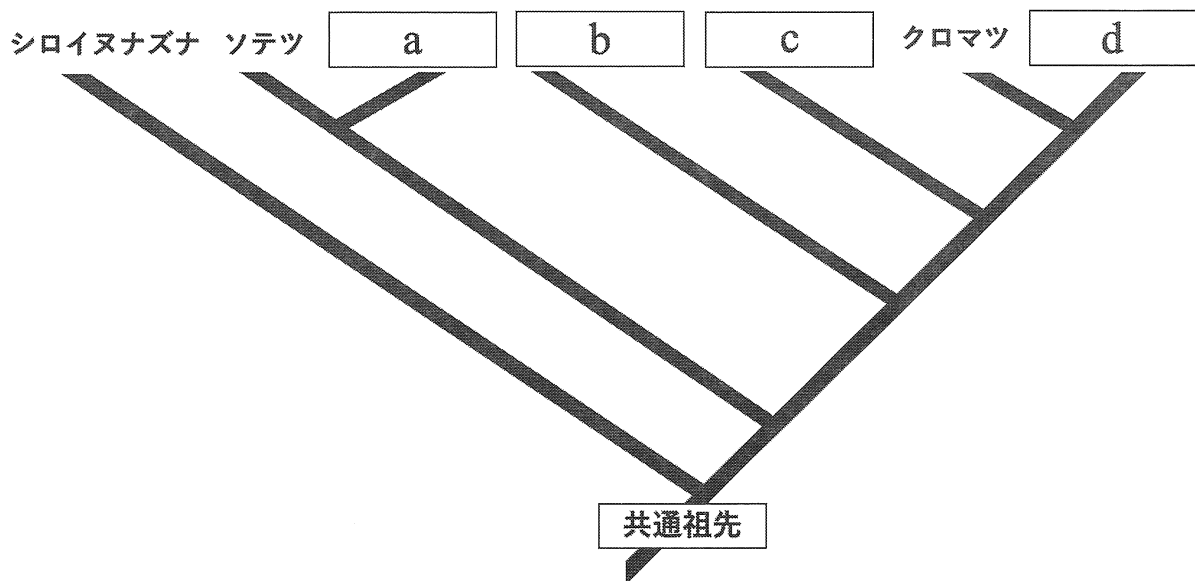
表 1 タンパク質 Z のアミノ酸配列の種間比較

	ソテツ	イチョウ	ハイマツ	アカマツ	エゾマツ	クロマツ
シロイヌナズナ	143	152	131	138	136	136
ソテツ		68	80	79	78	79
イチョウ			88	88	89	87
ハイマツ				13	25	12
アカマツ					23	3
エゾマツ						23

種間で異なっているアミノ酸の箇所数を示した。

問 4 と に入る適切な用語を、解答欄 え) と お) にそれぞれ記せ。

問 5 タンパク質のアミノ酸配列において、アミノ酸の異なっている箇所数が少ない方がより近縁であると仮定した場合、表 1 から推定される系統関係はどのようなになるか、以下の図の ～ に入る適切な植物の名称を、解答欄 a) ～ d) にそれぞれ記せ。なお、系統樹の各枝の長さは、アミノ酸が異なっている箇所数を反映していない。



C 被子植物は植物の中で最も種の多様性が高い生物群である。被子植物では、③地理的隔離を伴う種分化と、地理的隔離を伴わない種分化の両方が、種の多様化に大きく貢献したと考えられる。

被子植物では、2 倍体の種の中に 4 倍体の集団が出現するなどの、染色体数が倍になる変化が生じることがあり、被子植物における地理的隔離を伴わない種分化も、倍数体の出現に伴って生じることがある。特に、自然状態で種間の交雑が生じた時に倍数体が形成されると、新しい種が形成される例が知られている。

種 U は 4 倍体の種で、2 倍体の種 S と 2 倍体の種 T の間に形成された交雑個体に由来する種であることが明らかになっている。種 S と種 T は交配は可能であるが、自然界では開花期がずれており、交雑個体はまれにしか形成されない。また、交雑個体が形成されても、その個体は通常、種子を残すことができない。種 S と種 T はいずれも両性花を咲かせるが、1 つの花の中では先におしべが成熟して花粉が形成され、その後めしべが成熟して受精が可能になる。種 S と種 T では、葉緑体に含まれる DNA (葉緑体 DNA) は胚珠側のみから子に伝わる。この性質を利用して、種 U が形成された際に生じた交雑において、種 S と種 T のどちらの種が胚珠側の親になったのかを調べるために、実験 2 を行った。

実験 2 種 S と種 T、種 U の DNA を抽出して、それぞれの種の葉緑体 DNA の一部を PCR 法により増幅し、塩基配列を決定して比較した。種 U と種 S の葉緑体 DNA の塩基配列は同じだったが、種 U と種 T では部分的に異なっていた。

問 6 下線部③に関して、地理的に隔離されてから種分化が生じるまでの過程を、以下の用語をすべて用いて 100 字以内で記せ。

用語： 遺伝的浮動 突然変異 生殖的隔離

問 7 C の文と実験 2 の結果から、自然界での種 S と種 T の交雑について考えられることとしてもっとも可能性が高いものを、以下の ア) ～ エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 先に開花する種 S を花粉側とし、後から開花する種 T を胚珠側として交雑が生じた。
- イ) 先に開花する種 S を胚珠側とし、後から開花する種 T を花粉側として交雑が生じた。
- ウ) 先に開花する種 T を花粉側とし、後から開花する種 S を胚珠側として交雑が生じた。
- エ) 先に開花する種 T を胚珠側とし、後から開花する種 S を花粉側として交雑が生じた。